

BENKŐ ZSOLT

Informatikai érdekességek a technika oktatásában

ALKALMAZOTT TERMÉSZETTUDOMÁNY INTÉZET

informatika, oktatás, technika, szuperszámítógép, informatikai rendszerek

Jelenlegi világunk a technikára épül. Ennek lehet örülni, vagy lehet báncódní emíatt; a tény nem fog változni. Az informatika jelentősége különösen megnőtt napjainkban: ez az egyik legdinamikusabban fejlődő ágazat. Az oktatásban jelen van az általános iskolától az egyetemig. A képzés azonban egy kicsit egyoldalú. Ritkán említik meg, hogy az informatika nem csak a PC-t jelenti. A legtöbb ember valóban csak a PC-vel és a Windows (esetleg DOS vagy UNIX) operációs rendszerrel találkozik, így ezek oktatása indokolt. Tágabb értelemben véve, az informatikához tartoznak a telefonhálózatok és más (tele)kommunikációs rendszerek is. De szűkebb értelemben véve, a számítógépek világa is sokkal több, mint egyszerűen a PC.

Egy technikatanárnak szüksége van tágabb kitekintésre. A következőkben néhány – a technika szakos képzésben oktatott – érdekességet mutatok be.

1. Elektronikus számítógépek

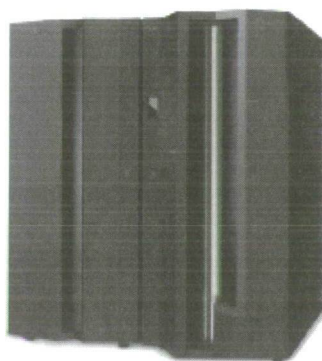
Az elektronikus (hagyományos) számítógépek egy lehetséges csoportosítását mutatja be a következő táblázat:

nagygépek 8 → több ezer processzor		kisgépek	
szoba (terem) méretű		desktop méretű (elfér egy asztalon)	
általános célú számítógépek	szuperszámítógépek	munkaállomások (workstation) 1–8 processzor	személyi számítógépek 1(2 v. 4) processzor
IBM, DEC, Toshiba, ...	Cray, IBM, HP, NEC, ...	SUN, DEC, IBM, Silicone Graphics, ...	PC, Apple, C64, Amiga, ...
UNIX vagy UNIX-szerű operációs rendszerek (sokfelhasználós – sokfeladatos; multiuser – multitask)			DOS, Windows, UNIX-ok, Linux, egyedi operációs rendszerek

1. táblázat

Elektronikus számítógépek csoportosítása

A csoportosítás alapja elsősorban a méret, de más is megkülönbözteti a nagygépeket a kisgépektől. A nagygépek tipikusan egy szobát, vagy akár termet igényelnek. Igénylik a légkondicionálást, a szuperszámítógépek között gyakori a folyékony nitrogénes hűtés. Rendkívül megbízhatóak.



1. ábra
IBM z990

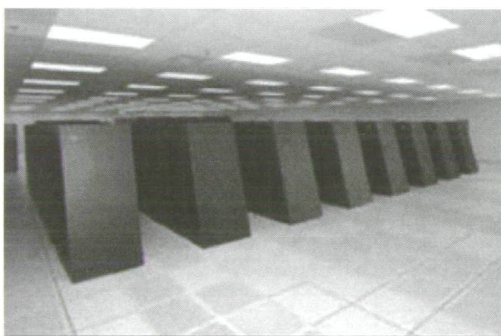
A PC-s világban a közelmúltban megjelent RAID-rendszereket a nagygépeknél fejlesztették ki. A redundáns ellenőrző kódokat tartalmazó merevlemeztoronyokban akár egyszerre 2–3 merevlemez is elromolhat anélkül, hogy ez adatvesztéssel járna.

Hasonló technikát fejlesztettek ki a processzorok meghibásodása esetére is: hibás működés esetén a számítógép leállításával ki lehet cserélni a meghibásodott processzorkártyát.

Az operációs rendszert minden egyes számítógéphez hozzá kell igazítani a gép összeépítése után; nincs azonnal használható, univerzális rendszer. A szuperszámítógépek esetében ez még inkább igaz, nem ritka a teljesen egyedi operációs rendszer.

A felhasználói felület azonban mindegyik esetben hasonló: UNIX vagy UNIX-szerű, így egyik gép használatáról viszonylag könnyen át lehet térni egy másik gép alkalmazására.

Az általános célú nagyszámítógépek tipikus felhasználási területe a nagyvállalati információkezelés: arra készültek, hogy nagyméretű adatbázisokon tudjon egyszerre sok felhasználó dolgozni. A gépek – igényektől és pénztárcától függően – jól skálázhatóak. Nagyon jó példa az 1992-es barcelonai olimpia: egyetlen Toshiba ES9000-es számítógépen kezelték az olimpia összes adatát: a sporteredményektől kezdve, a közvetítéseken keresztül a számlákig.



2. ábra
IBM BlueGene/L

Az első szuperszámítógépet Seymour Cray építette 1976-ban. Az egyedi felépítésű gépeket különösen bonyolult számítások elvégzésére, vagy különösen nagy adatbázisok kezelésére használják. A leggyakoribb felhasználások: katonai számítások (elsősorban nukleáris fegyverekkel kapcsolatban), DNS-elemzés, géntechnika, áramlástani és kvantumfizikai számítások, klímaszimulációk, pénzügyi analízis.

Félévente nemzetközi konferencia keretén belül rangsorolják a leggyorsabb gépeket. A 2. táblázat ebből ad izelítőt (2006. november).

hely	név (gyártó)	processzorok száma	teljesítmény (TFLOPS)
1.	BlueGene/L (IBM)	131072	280,6
2.	Red Storm (Cray)	26544	101,4
3.	BGW (IBM)	40960	91,29
4.	ASC Purple (IBM)	12208	75,76
5.	MareNostrum (IBM)	10240	62,63
...			
30.	Evolocity II (Linux Networx)	3368	15,2

2. táblázat
A leggyorsabb szuperszámítógépek

A mértékegység, 1 TFLOPS egybillió (10^{12}) lebegőpontos számítás elvégzését jelenti másodpercenként. Összehasonlításképpen: az Intel Core 2 Duo E6700 (2,66 GHz) processzor teljesítménye 0,021 TFLOPS.

A 2. táblázatban feltüntetett gépek közül a BGW az IBM saját kísérleti laborjában van, a MareNostrum a barcelonai egyetemi központban, a többi mind katonai célú.

Ezek a gépek nagyon drágák. Ha szükség van hasonló teljesítményre, de nincs annyi pénz rá, akkor lehet számítógépfürtöt építeni (cluster-computing). Sok PC-t hálózatba kell kötni, és speciális operációs rendszerrel (rendszerint a Linux egy változatával) futtatni. A 2. táblázatban feltüntetett 30. leggyorsabb gép egy ilyen számítógépfürt. (Természetesen ez is katonai célokat szolgál.)

2. Elosztott rendszerek

Ha kevesebb pénzből szeretnénk nagy teljesítményt kihozni, akkor még két lehetőség van. Az egyik a **Parallel Virtual Machine** – párhuzamos virtuális számítógép. Itt a felhasználó jogosultsággal rendelkezik különböző földrajzi helyeken lévő számítógépeken, és egy speciális szoftverrel (PVM) maga osztja el a számítási munkát az egyes gépek között. Szükséges, hogy valamennyi használni kívánt gépen egyidejűleg be legyen jelentkezve a felhasználó.

A másik – a legújabb – megoldás a **Grid**. Ha valaki fel akarja ajánlani a saját számítógépe holtidejét, akkor bejelentkezhet különleges szerverekre, onnan letölt egy képernyővédő programot, s ettől kezdve az a kis program e-mail kapcsolaton keresztül feladatot kér a szervertől, majd az eredményt visszaküldi, és ismét feladatot kér. Mivel képernyővédő, ezért csak holtidő alatt számol, s így a normál munkát nem zavarja. A felhasználó – akinek a számolás eredménye kell – ebben az esetben semmilyen joggal nem bír a munkát ténylegesen elvégző számítógépek felett; nem tudja befolyásolni, esetleg sürgetni őket, mégis az utóbbi néhány év alatt a különböző **grid**ek nagyon nagy munkát végeztek. A sort a SETI@Home program kezdte, mely az arecibói rádióteleszkóp adatait elemzi, de vannak fehérjelánc számítással, gyógyszermolekula-számítással vagy kódtöréssel foglalkozó **grid**ek is. Némelyik az elvégzett számítások után fizet is. A SETI@Home programját több mint hárommillió ember töltötte le, s például a 2001/2002-es akadémiai évben az átlagos számítási teljesítmény 27 TFLOPS felett volt!

3. Új utak: DNS-számítógép

A **DNS-számítógép** elvét 1994-ben fogalmazta meg Leonard Adleman. Ő egy hárommilliárd éves technológia, a DNS- és RNS-szintézis felhasználását javasolta számítások elvégzésére. A DNS manipulálása többé-kevésbé ismert, csak meg kell találni a megfelelő, DNS-nyelvű megfogalmazását az adott feladatnak. Maga a DNS-számítógép – kis túlzással – csak egy kémcső. Adleman egy egyszerű feladattal demonstrálta a működését. Egy utazó ügynöknek hét város között kellett megtalálnia a legrövidebb utat úgy, hogy mindegyiket csak egyszer érintheti. A feladat „lefordítása”, majd az eredmény kiértékelése heteket vett igénybe, maga a számítás csak néhány órát. Természetesen ezt a feladatot egy ember papír, ceruza segítségével is meg tudja oldani.

2002-ben egy másik feladat megoldásával demonstrálták a DNS-számítógép alkalmazását. A játékosan megfogalmazott kombinatorikai feladat a következő volt: adva van egy autókereskedés egymillió autóval. Bejön egy vevő és kezdi sorolni a feltételeit:

- vagy Cadillac-et vesz, vagy kabrió, vagy pirosat;
- ha Cadillac, akkor négyüléses legyen, zárható tanksapkával;
- ha kabrió, akkor nem lehet Cadillac, vagy ha mégis, akkor kétüléses kell legyen.

És még további 21 ilyen feltétel. Ezt már nem lehet egyszerűen átlátni. A demonstráció megadta az egyetlen helyes eredményt.

2003-ban bemutatkozott MAYA, majd 2006-ban MAYA II. Mindkettő interaktív DNS-számítógép; ez korábban nem is vetődött fel lehetőségként. Mindkét „gép” az amőba játék angol megfelelőjét, a *tic-tac-toe*-t játsza.

2004-ben lehetőséget látnak arra, hogy a szervezetbe bejuttatott DNS-számítógép képes lesz a rákos sejteket felismerni és elpusztítani; 2006-ban ugyanezt a technológiát már vírusok elpusztítására is alkalmasnak tartják, sőt valószínűsítik, hogy például a cukorbetegséget is majd gyógyítani lehet így, a remények szerint 5–10 éven belül.

A DNS-számítógépek nem szövegszerkesztésre lesznek megalkotva, hanem kiterjedt kombinatorikai feladatok megoldására, vagy az élő szervezetben betegségek kúrálására. A számítás masszív parallel módon történik, azaz egyszerre akár több milliárd DNS-molekulán folyhat ugyanaz a művelet. A teljesítménye 10000 TFLOPS körül lesz.

4. Új utak: kvantumszámítógép

Hasonlóképpen a DNS-számítógéphez, a masszív parallel számítás lesz a jellemzője a **kvantumszámítógép**nek is. Az ötletet 1980-ban vetette fel Paul Benioff. A hagyományos számítógépek bitekkel dolgoznak (0 vagy 1). A kvantumszámítógép kvantum bitet, azaz **qubit**et használ. Ennek értéke: **0** vagy **1** vagy **0 és 1** **tetszőlegesen kevert állapot**. Egy qubit egyszerre lesz a „processzor” és a „memória” is. Egy qubit többféleképpen létrehozható, de a legegyszerűbben az **1 qubit = 1 atom** képlet képzelhető el.

Egy 30 **qubit**os számítógép teljesítménye 10 TFLOPS körül lesz. Az IBM 7 **qubit**os kvantumszámítógépet készített; ez az „**1+1**” problematikát tudja megoldani.

2005-ben kísérleti 1 qubitos mikrocsipet gyártottak. 2006-ban a kvantummechanika különös természete miatt kutatók számítási eredményeket kaptak a kvantumszámítógép tényleges futtatása előtt.

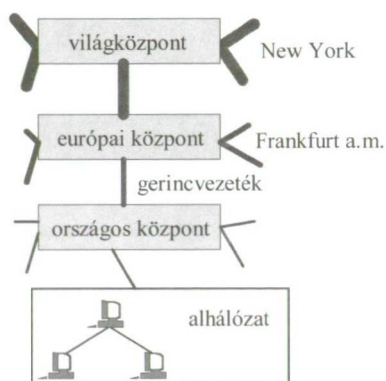
2007. február 13-án a kanadai D-Wave cég kereskedelmi forgalomba hozta 16 qubitos kvantumszámítógépét, bár egyelőre a szakértők többsége skeptikus ezzel kapcsolatban.

5. Holografikus memória

Az adatok tárolása ma az adathordozók felületén történik. Ezen változtathat a holografikus memória, ami az anyag mélységeibe is tud adatokat írni. Az elméleti számítások alapján egy kockacukor méretű kristályba 1024 GB adat fér. A 2005. április 18-ától kapható holografikus memória egyelőre a CD-hez hasonló formátumú, de 300 GB adatot lehet rajta elhelyezni (63 DVD anyagát).

6. Globális információs rendszerek

Az egyik fontos globális információs rendszer az Internet. Felépítése hierarchikus, fa-struktúrájú. A világközpont New York-ban van, innen ágazik el ún. gerincvezetékekkel a regionális alközpontokig, majd az országos központokig, melyekhez – esetleg újabb központokon keresztül – csatlakoznak az egyes alhálózatok. Az Internet a TCP/IP protokollt használja. A címzés egy 4 bájtos szám. Bizonyos feltételek teljesülésekor a címzés lehet név is. Az Internetet a következő eszközök működtetik: a **route**rek feladata a csomópontoknál az egyes adatsomagok helyes irányba történő továbbküldése. Ha az adatsomag nem 4 bájtos címmel, hanem névvel érkezik, akkor a router megkérdezi a hozzá kapcsolódó **name-server**-t, hogy az adott név milyen számnak felel meg. A **gateway** (átjáró) egy speciális routernek tekinthető. A gateway választja le egy alhálózat belső forgalmát az Internetről, hogy a gerincvezetéseket ne terheljük feleslegesen. A rohamos növekedés következtében az Internet így is lassan telítődik.



3. ábra
Internet felépítése

A probléma megoldására már készül az Internet2, mely 6 bájtos címezéssel fog működni, valamint az adatcsomagok között is különbséget fog tenni (pl. video-konferencia-adat: *nem várhat*; e-mail: *mehet később*).

Globális rendszert alkot a pontos idő szolgáltatása is. Ma a legpontosabb időmérő eszközök a cézium-atomórák. Ezek 20 millió évente késnének vagy sietnének 1 másodpercet. Az SI-ben a másodperc definíciója is cézium-órákkal van megadva.

Természetesen működnek kisebb pontossággal más atomórák is. A Nemzetközi Világidőt (UTC) a Párizs melletti Nemzetközi Mértékügyi Hivatalban „állítják elő” körülbelül 50 ország hozzávetőleg 250 atomórájának súlyozott átlagából. Ezt az időt kis mértékben korrigálni kell, hogy az égitestek járásával pontosan szinkronban legyen. A korrekció szökőmásodperc formájában jelenik meg: 3 év alatt 2 szökőmásodpercet kell az atomidőhöz hozzáadni, egyet június 30-án, egyet másfél év múlva december 31-én éjfélkor.

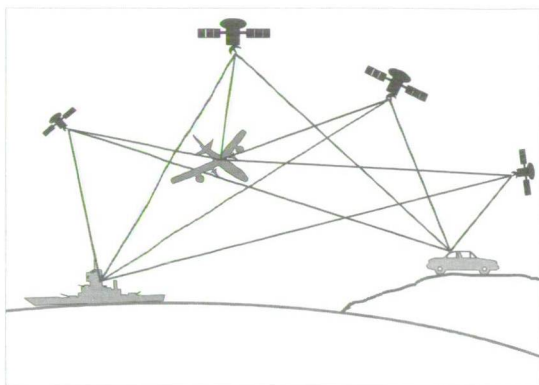


4. ábra
Internet gerincvezetékei (S. G. Eick)

A pontos idő több információs csatornán jut el a felhasználóhoz: TV-n, rádión, Interneten keresztül; illetve léteznek dedikált időjeladók. Európában ilyen a Mainflingen városban található DCF-77 adó (Frankfurttól 20 km távolságban). Az adó több ezer kilométeres hatókörzetével gyakorlatilag egész Európát lefedi. A rádióvezerlésű órák ezt használják.

A pontosság további növelése érdekében fejlesztik a higany-atomórákat, melyeknél várhatóan 20 milliárd év alatt lehet 1 másodperces késés vagy sietés.

Fontos a teljes Földet behálózó rendszer a Globális Pozicionáló Rendszer (GPS). Ez három fő részből áll.



4. ábra
GPS háromszögelés

Az **űrszegmens** 24 műholdat jelent 6 különböző pályán úgy, hogy a földfelszín adott pontjából legalább 3 mindig látszódik. A helyzet meghatározása háromszögelési számítással történik a műholdak pontos helyzetei, valamint a sugárzott időjelek alapján. (Minden műhold fedélzetén két, egymástól független atomóra van.)

A **vezérlő szegmens** (a földi irányítás) feladata a műholdak pályakorrekcióinak kiszámítása, nyomon követése, a műholdakon lévő atomórák szinkronizálása a földi pontos idő rendszerével, valamint minden korrekciós adatok eljuttatása a felhasználók felé földi adóállomások segítségével.

A **felhasználói szegmens** (GPS-készülék) elvégzi a háromszögelési számításokat, s így megadja a pozíciót a Földön. A műholdak jelei különböző hozzáférési szintekre vannak osztva. Az egyszerű felhasználó 1–10 m abszolút pontossággal tudja meghatározni a helyzetét, aki viszont hozzáfér a szupertitkos katonai kódokhoz, az elérheti az akár 1–10 mm abszolút pontosságot is. Ez utóbbi elegendő arra, hogy este, viharban egy vadászgép biztonságosan leszállhasson egy repülőgép-anyahajóra.

A GPS jelek ún. szórt spektrumú jelek, így nagyon nehéz ezeket zavarni vagy leányékolni.

7. Speciális hálózatok

Világszerte terjednek a meghatározott céllal létrehozott nagyterjedésű hálózatok. Egyik ilyen az USA, Louisiana államában létrehozott orvosi informatikai hálózat (LSUMC IAIMS: Louisiana State University Medical Center Integrated Advanced Information Management System). Az állam három nagyvárosának: New Orleans, Shreveport és Baton Rouge fő egészségügyi intézményeit szervezték egyetlen nagy rendszerbe. A rendszer naprakészen tartalmazza hozzávetőleg 800.000 páciens egészségügyi adatait. A városok egymástól több száz kilométer távolságban vannak. A rendszer működtetéséről több IBM nagygép gondoskodik, az adatbázis úgynevezett osztott adatbázis. A páciensek adataihoz a jogosultak legalább 4000 terminálon férhetnek hozzá. Shreveport és New Orleans között 20 videokonferencia-pontot létesítettek, melyeket konzíliumra, távgyógyításra és távoktatásra lehet felhasználni. A hatalmas gyógyászati-kórtörténeti adatbázisban a tudományos kutatást egy Cray adatbázis szerver segíti. A rendszer annyira jól sikerült, hogy az USA több államában is megkezdtek ennek kiépítését.

IRODALOMJEGYZÉK:

www.top500.org

Foster, I. and Kesselman, C.: „In The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure”, Morgan Kaufmann Publishers, 1999.

Leonard M. Adleman: „Molecular Computation of Solutions to Combinatorial Problems”. Science, Nov. 1994, **266**, pp.1021–1024

Leonard M. Adleman: „Computing with DNA”, Scientific American, August, 1998, pp.54–61.

www.jpl.nasa.gov/releases/2002/release_2002_63.html

- Paul Benioff, „The Computer as a Physical System: A Microscopic Quantum Mechanical Hamiltonian Model of Computers as Represented by Turing Machines”, *Journal of Statistical Physics*, **22**(5), pp. 563–591, 1980.
- Colin Williams and Scott Clearwater, *Explorations in Quantum Computing*, Springer-Verlag, 1998.
- J. F. Heanue, M. C. Bashaw, and L. Hesselink, „Volume Holographic Storage and Retrieval of Digital Data,” *Science* **265**, pp.749, 1994.
- D. Psaltis and F. Mok, „Holographic Memories,” *Sci. Amer.* **273**, No. 5, pp.70, 1995.
- Dárdai Árpád: Mobil távközlés, Nap Kiadó, pp. 206–210,1999.
- www.newscientisttech.com/article/dn10310-dna-computer-is /folyóirat: *Nanoletters* (DOI: 10.1021/nl0620684)
- www.azonano.com/news.asp?newsID=3185
- www.newscientisttech.com/article/mg18925405.700.htm! /folyóirat: *Nature* (vol. 439, p. 949)
- www.physorg.com/news9063.htm
- www.dwavesys.com

ZSOLT BENKŐ

Intriguing questions of informatics within the realm of teaching technology

Informatics is the most typical sector today. In technology classes one can get a hint about the size and complexity of the complete informatic field. There are mainframes, supercomputers, cluster-computers and distributed system. There are new experiments: the DNA-computer and the quantum computer. In addition a few large-scale informatic systems are also presented.